Government of Canada
Gouvernement du Canada

Canadian Forestry Service
Service canadien des forêts

Spruce Budworms Handbook

Use of Pheromone Traps To Monitor Spruce Budworm Populations

86-05688/

In 1977, the United States Department of Agriculture and the Canadian Department of the Environment agreed to cooperate in an expanded and accelerated research and development effort, the Canada/United States Spruce Budworms Program (CANUSA), aimed at the spruce budworm in the East and the western spruce budworm in the West. The objective of CANUSA was to design and evaluate strategies for controlling the spruce budworms and managing budworm-susceptible forests to help forest managers attain their objectives in an economically and environmentally acceptable manner. The work reported in this handbook was wholly or partially funded by the CANUSA Program. This manual is one in a series on the spruce budworm.

canusa

Canada
United States
Spruce Budworms
Program

January 1986

Use of Pheromone Traps to Monitor Spruce Budworm Populations

by Douglas C. Allen, Lawrence P. Abrahamson, Luc Jobin, Dennis J. Souto, and Chris J. Sanders[1]

Canadian Forestry Service
Government of Canada
Ottawa, 1986

---

[1]Douglas Allen and Lawrence Abrahamson are with the College of Environmental Science and Forestry, State University of New York at Syracuse. Luc Jobin is with the Canadian Forestry Service at the Laurentian Forestry Centre, Sainte-Foy, PQ. Dennis Souto is with the USDA Forest Service's Northeastern Area of State and Private Forestry, Durham, NH. Chris Sanders is with the Canadian Forestry Service at the Great Lakes Forestry Centre, Sault Ste. Marie, ON.

©Minister of Supply and Services Canada 1985
Catalog No. Fo 39-2/6-1985E
ISBN 0-662-14418-X

Additional copies of this publication are available at no charge from:

Distribution Centre
Environment Canada
151 Jean Proulx Street
Hull, Quebec
K1A 1C7

Microfiche edition of this publication may be purchased from:
Micromedia Ltd.,
158 Pearl Street,
Toronto, Ontario
M5H 1L3

Cette publication est aussi disponible en français sous le titre *Utilisation de pièges à phéromone pour la surveillance des populations de la tordeuse des bourgeons de l'épinette*

CONTENTS

Introduction 7

What is a Pheromone? 7

Trap Components 8

Lure 10

Trap Placement 10

Plot Selection 12

Cost of Pheromone Monitoring 12

Counting Large Numbers of Moths 13

Volumetric Method 13
Weight Method 14

Application of Results 14

Source of Materials 16

Acknowledgments 16

The use of trade, firm or corporation names in this publication is for the information and convenience of the reader. Such use does not constitute an official endorsement or approval by the U.S. Department of Agriculture or the Canadian Forestry Service of any product or service to the exclusion of others that may be suitable.

This publication reports research involving pesticides. Pesticides must be handled and applied properly. All uses of pesticides must be registered by appropriate State, Provincial, and/or Federal agencies before they can be recommended.

ABSTRACT

The spruce budworm (*Choristoneura fumiferana* (Clemens)) is an important defoliator of white spruce and balsam fir in eastern Canada and northeastern United States where populations increase periodically to infestation levels causing severe defoliation and tree mortality. It is important for forest managers to anticipate population changes of this pest. A reliable and inexpensive technique using non-saturating pheromone-baited traps was developed for detecting and monitoring sparse populations. This handbook describes how to use pheromone-baited traps and indicates usefulness of this technique to detect spruce budworm activity, population trends in low density, and dispersal flights.

RÉSUMÉ

La tordeuse des bourgeons de l'épinette (*Choristoneura fumiferana* [Clemens]) est le principal défoliateur de l'épinette blanche et du sapin baumier dans l'est du Canada et le nord-est des États-Unis. Les populations de ce ravageur atteignent périodiquement un niveau épidémique, et des défoliations sévères accompagnées de la mort d'arbres sur de vastes superficies surviennent. Un outil permettant de prédire tout changement dans le niveau des populations de ce ravageur serait des plus utiles pour l'aménagiste forestier. Une technique fiable et peu coûteuse basée sur l'emploi de pièges non saturables, utilisant comme appât une phéromone sexuelle de synthèse, a été mise au point en vue de détecter et surveiller tout changement dans le niveau des populations endémiques de l'insecte. Dans ce manuel, l'auteur décrit la technique d'implantation d'un réseau de pièges à phéromone et le potentiel de ces pièges pour déceler la présence de l'insecte, suivre les variations de population et signaler la dispersion éolienne des papillons de la tordeuse des bourgeons de l'épinette.

INTRODUCTION

The spruce budworm, *Choristoneura fumiferana* (Clemens), is the most destructive insect pest of red spruce, white spruce, and balsam fir. This defoliator is often a major deterrent to productive spruce-fir management, and management decisions are frequently based on past and expected budworm activity. Anticipating significant changes in populations of spruce budworms is vitally important to managers of susceptible forests in the Northeastern United States and Eastern Canada. A reliable, inexpensive, and convenient technique for monitoring pest populations is an important component of integrated pest management. Methods currently used to monitor budworm populations, such as egg-mass sampling and sampling of larvae (e.g., instar II [L_2] or instars III–IV [L_3-L_4]), are costly and time consuming, especially when populations are sparse. Recently completed field trials in Canada and the United States indicate that nonsaturating traps baited with synthetic sex pheromone of the budworm will provide a relatively inexpensive and convenient monitoring tool. Pheromone-baited traps can provide forest managers with enough population information to allow adequate and timely management decisions about spruce budworm activity.

This handbook describes how to use pheromone-baited traps to evaluate populations of spruce budworm. Although more research and field trials are necessary to fully realize the potential of this monitoring tool, the technique is presently adequate to detect spruce budworm, to show trends in low-density populations (< 1.0 L_3–L_4 per 45-cm [18-inch] branch tip), and to detect dispersal flights.

WHAT IS A PHEROMONE?

The spruce budworm, like many insects, uses a chemical messenger called a pheromone to communicate with members of its own species. In this instance, the pheromone is a sex attractant produced by the female moth in a special gland near the tip of her abdomen. She releases this chemical to attract males when she is ready to mate. The potency and species specificity of sex pheromones make it possible to exploit normal spruce budworm behavior to detect and monitor populations. The synthetic sex pheromone used in spruce budworm traps is a 95 to 5 mixture of (E)- and (Z)-11-tetradecenal. These aldehydes are incorporated in a material (the lure) that slowly releases them over time to simulate release of natural pheromone from virgin female spruce budworm moths.

TRAP COMPONENTS

We recommend the Multipher-1® plastic canister nonsaturating trap, which has an interior funnel, provides unrestricted airflow over the lure, and possesses an overhanging flat cover to prevent rain from entering the canister (fig. 1). The wide omnidirectional opening is necessary to promote unimpeded release of the pheromone and easy access by moths. The internal funnel (fig. 2) prevents captured moths from escaping and also helps to concentrate fumes produced by the killing agent, dichlorvos released from an impregnated

A

B

Figure 1—Multipher-1® plastic canister pheromone trap used to monitor spruce budworm populations. A. assembled. B. dissassembled.

Figure 2—Container section of Multipher-1® pheromone trap. Note internal funnel (A) and fumigant strip (B). The strip is suspended by wire (C) that passes through a hole (D) in the side of the funnel.

resin strip. The strip is suspended from the side of the funnel (fig. 2) to keep the insecticide source free of dead moths that accumulate in the bottom. The lure is attached with a pin to the underside of the trap cover within a small plastic cage (fig. 3). The cage provides a resting site for attracted males and keeps the lure free of contamination.

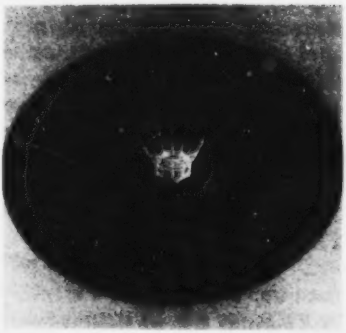

Figure 3—Top of Multipher-1® pheromone trap turned upside down to expose the polyvinylchloride (PVC) lure correctly positioned within the plastic cage.

LURE

The recommended lure is a polyvinylchloride (PVC) pellet, 4 mm in diameter by 10 mm long (0.16 inch × 0.39 inch) (fig. 4). A low concentration (0.03 percent by weight) of the attractant blend is incorporated into the PVC pellet at time of manufacture. The pellet's emission rate closely approximates that of a virgin female spruce budworm. This lure is pinned beneath the trap cover to provide an unobstructed airflow over the pellet.

Figure 4—Closeup of PVC lure and No. 3 insect pin that is used to attach the lure to the underside of the trap cover.

Lures must be stored in a freezer in their original wrapping until taken to the field. They should be placed in the traps and the traps set out about 1 week before the moths begin to fly, approximately when the larvae pupate. This "aging" of the lure[1] prevents male moths from responding to the initial burst of chemical that is characteristically released shortly after a lure is exposed to the air. Moth catch in traps with newly exposed lures could give deceptive population information if compared to other trap catches.

TRAP PLACEMENT

Each trap is attached to a branch by a piece of wire or stout twine 2 to 3 m (6 to 9 ft) above the ground. Traps should be at least 0.5 m (ca. 1.5 ft) from foliage (i.e., not placed within the host crown or immediately adjacent to live branches) and at least 0.5 to 1 m (ca. 1.5 to 3.5 ft) from the tree bole (fig. 5). If they are placed close to the bole, they may be battered by wind, and the airflow obstructed. Suspend traps in either host or nonhost trees, but test the branch first to determine whether it is firmly attached to the tree. A branch will work if it is limber and does not snap when bent. The weight of the trap, along with the force of the wind, may break a dead branch. Traps should not be placed in direct sunlight because high temperatures will alter the pheromone release rate.

[1]If the lures have been preaged by the manufacturer, they may be placed in the field only 1 or 2 days before moths begin to fly.

A triangular cluster of three traps, with approximately 40 m (132 ft) between them, is recommended for each plot, stand, or region of interest. The three-trap cluster is desirable because some traps may fall or be destroyed by vandals or bears, or a lure may malfunction. The 40 m between traps minimizes interference among the traps. At this distance, the pheromone emitted by one trap is unlikely to affect the catch in the other two traps.

Placing all trap clusters at a standardized minimum distance from openings in the forest is one way to be sure you can fairly compare catches over a wide area. If some traps are hung well inside a stand and others are placed on exposed sites, conditions like wind, temperature, insolation, and relative humidity will vary enough to account for large differences in catches even though the number of budworms actually present may vary only a little. We feel that trap clusters must be placed within a stand, at least 40 m from the edges of openings such as clearcuts, roads, fields, and so forth.

Figure 5—Properly positioned pheromone trap.

Traps should be hung when larvae begin to pupate and be left undisturbed until flight activity ceases, usually 5 to 6 weeks following initial moth emergence. Then collect the traps, count the moths, and determine the average number of moths caught per trap in each plot. These data can then be used to compare stands or areas that employ the same trapping procedures, or for between-year comparisons within stands. It is also important to compare individual trap catches within a cluster. Major discrepancies (e.g., 5 moths caught in one trap *vs.* 50 or more in another trap) may indicate that lures emitted widely different amounts of pheromone. If there is much variation between catches in each of several clusters, notify the manufacturer of the lure.

Plot location should be carefully mapped, and each trap position should be clearly marked in the field with flagging or paint. One of the long-term values of a pheromone-baited trapping system depends on maintaining the same

plots to obtain time-series data that will accurately depict annual changes in moth abundance at the same locations and trap positions.

PLOT SELECTION

The more permanent plots (i.e., three-trap clusters) a land manager can establish and annually service, the better. Even though we do not yet know how large an area can be represented by a single cluster of traps, the greater the number of estimates of moth density, the more confidence a land manager can place in his or her evaluation. Preliminary results indicate that yearly change in average moth catch from a single cluster will predict population trends for at least several hundred hectares (acres). Regions characterized by contiguous stands that are relatively homogeneous in terms of tree species composition, age, topography, etc., require fewer plots than areas where spruce-fir stands occur as relatively small discrete areas and age classes that are separated by nonhost types or geographical features.

Because time and money necessarily limit the intensity of trapping, land managers must select plots judiciously. Stand selection should be based on such criteria as history of spruce budworm problems, preference given to intensively managed areas such as plantations, or stands of high value in terms of wood quality, recreation, watersheds, wildlife habitat, etc. To be practical, managers should also consider accessibility and security in terms of potential for vandalism.

COST OF PHEROMONE MONITORING

The expense of using pheromone-baited traps is largely determined by (1) the cost of traps, lures, and insecticide; (2) time required to assemble, deploy, and retrieve the traps; (3) travel distance to plots; and (4) number of plots.

Current (1985) cost of the Multipher-1® trap is approximately $2.85 in the United States (ca. $4.00 Canadian). This does not include the lure or the dichlorvos-impregnated resin strip (a piece of flea collar or Strike® Insect Strip), which cost about $0.70 ($1.00 Canadian) each. Traps can be reused for at least 3 to 5 years, which substantially reduces long-term costs. Traps are usually assembled onsite because they are easier to transport unassembled. An individual trap can be put together in approximately 2 minutes.

Plot layout is most easily accomplished by two people. The time required to locate trap points and install each three-trap cluster will, of course, differ from one site to the next. Usually, however, it takes two people approximately 25 minutes to establish a plot, excluding travel time. Once trap positions in

each plot are permanently marked, the time required to deploy traps in succeeding years will be substantially reduced. One person can collect traps and recover moths in the time that it takes to walk around the cluster. Counting time varies with the number of moths caught.

Pheromone trapping to monitor changes in spruce budworm density is especially well suited for sparse populations. Under such conditions, the sampling intensity required by other survey methods (e.g., egg-mass sampling, L_2 sampling) is too costly. The net cost of pheromone trapping can be reduced if trap placement and retrieval are done while the forest manager is traveling in connection with other management activities. In other words, the method is flexible enough to accommodate other needs.

COUNTING LARGE NUMBERS OF MOTHS

When a pheromone trap contains more than 50 to 100 moths, counting in the field is tedious and time consuming. Field technicians may wish to transport the contents of individual traps indoors, where they can estimate trap catch by volume or by weight. We recommend the following procedures:

1. Kraft paper bags (e.g., lunch bag or smaller) make excellent containers. They are easy to label, they hold their shape well enough to minimize moth damage, and they "breathe," which prevents the growth of molds.

2. Empty the contents of each trap into a separate paper bag, properly labeled with trap number, plot, and date.

3. Indoors, empty the contents of a bag onto a sheet of paper. Remove all large contaminants; then use one of these two methods:

Volumetric Method

This method of estimating trap contents involves measuring insects by "containerfuls."

1. Any small container that is slightly tapered or cone shaped makes a good volumetric measuring device. We suggest a 20- to 30-ml (1-oz) coffee creamer.

2. Lift both ends of the paper until the moths gather in the shallow trough that is formed. Carefully lift one end of the trough and loosely fill the container level with the rim. Do not pack the moths or unduly shake the container.

3. Count the number of moths in the container. This number equals one "container- equivalent."

4. Determine the number of container-equivalents in the sample and multiply this by the number of moths in one container-equivalent.

Example: If the container holds 71 moths and the sample fills 4 1/2 containers, the approximate number of moths caught in that pheromone trap = 4.5 × 71, or 320.

In preliminary tests of this method with 50 samples and a 20-ml container, Luc Jobin found the average error of estimate (estimated moths *vs*. actual moths) was less than 10 percent.

Weight Method

This moth-counting method involves comparing the weight of 50 moths to that of entire trap contents on a per-trap basis.

1. Remove 50 moths at random from the trap-catch contents and weigh this sample on a scale that is accurate to 0.1 mg. Return the 50 moths and weigh the entire moth content of the trap, being sure to include the 50 moths that were previously weighed.

2. Compare the weight of the 50 moths to the total weight of the whole sample by forming a ratio:

$$\frac{\text{weight of 50 moths}}{\text{weight of total sample}} \text{ or } \frac{0.288\text{ g}}{1.846\text{ g}} = \frac{50}{N}$$

where N = approximate total number of moths in the sample ($50 \times 1.846 = 0.288N$; $92.3 = 0.288N$; $N = 320$).

In a test of this method with 22 samples, the average error of estimate was less than 4 percent.

Caution: This procedure should be repeated for each trap because moisture content differs from one sample to the next, and the weight of individual moths will differ between traps.

APPLICATION OF RESULTS

The average number of moths caught in a cluster of pheromone-baited traps can be used for a variety of informational and decisionmaking purposes. As stated earlier, however, we believe that pheromone trapping is most economical (compared to other monitoring techniques such as egg-mass sampling, L_2 extraction, or L_3-L_4 sampling) in sparse spruce budworm populations. We are optimistic that future improvements will make pheromone-baited traps reliable and economically competitive for use in denser populations.

The Multipher-1® trap with a PVC lure can be used to

1. Determine whether spruce budworms are present in high-value stands. This may be especially useful for recently planted sites or Christmas tree plantations, where initial investments or the potential impact of relatively slight defoliation may warrant early remedial action. Preliminary results of field trials in 40- to 60- year-old stands in Eastern Canada and the

Northeastern United States indicated that an average trap catch of 10 to 15 moths denotes a potential L_3-L_4 density of 1 larva per 45-cm (18-inch) branch tip the following season. Population densities of this magnitude in natural stands adjacent to high-value plantings could pose a threat to the latter.

2. Identify the time of initial moth flight and duration of moth activity. Seasonal development varies each year according to changes in the weather. Knowledge of moth activity and attendant oviposition will facilitate proper timing of future management events such as egg-mass or larval sampling.

3. Detect stand invasion and geographic location of major dispersal flights. A large influx of nonresident moths has the potential to quickly shift a sparse population to outbreak status. Effective use of average trap catch for this purpose requires a fairly extensive network of traps and a series of annual trap-catch data. Time-series data from a permanent plot system (i.e., trap clusters placed in the same locations each year) are necessary to delineate major inflights and to detect precipitous increases in moth numbers.

4. Compare relative abundance of spruce budworm in different regions of large contiguous stands or in a mosaic of smaller, geographically separated stands. Limited funds and time often restrict annual management activities to high-priority areas. This use of pheromone-baited traps will help to (1) identify stands where other, more precise monitoring methods should be implemented; (2) serve as a basis for adjusting harvest schedules to accommodate high-hazard conditions; or (3) give priority to stands where direct control intervention is critically needed.

5. Monitor long-term population trends. This use also requires a permanently established network of traps. Annual changes in average trap catch help to identify potentially hazardous areas and provide adequate lead time for decisionmaking and budgeting.

So far, we have not been able to reliably predict future larval densities (L_2 or L_3–L_4 of the next generation) from average trap catches of the present generation. Additional field trials that provide 3 to 4 years of trapping data, correlated with accurate estimates of budworm density, are needed before the interpretation of average trap catch can be fine tuned to this degree. The sampling methods and trapping protocol used in future trials should be standardized to provide a maximum return on investments. We also believe that trials should be intensive (i.e., a minimum of 15 plots per region), and these regional plots should encompass a range of spruce budworm densities to develop the predictive capabilities of the technique.

SOURCE OF MATERIALS

Multipher-1® trap and insecticide strip:

Extermination Sevigny
Service Antiparsitaire
2949 Chemin Ste. Foy
Ste.-Foy, PQ
Canada G1X 1P3
(418) 653-3101

Polyvinylchloride lures:

Dr. Peter J. Silk
Chemistry Department
New Brunswick Research
and Productivity Council
P.O. Box 6000,
College Hill Road
Fredericton, NB
Canada E3B 5H1
(506) 452-8994

ACKNOWLEDGMENTS

We thank David G. Grimble, USDA Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station, Orono, ME for his helpful suggestions. A special thanks to Carl Palm, Technical Assistant, College of Environmental Science and Forestry, Syracuse, NY, for photographic assistance on figure 5.

Gouvernement du Canada
Government of Canada

Service canadien des forêts
Canadian Forestry Service

Manuel concernant les tordeuses des bourgeons de l'épinette

Utilisation de pièges à phéromone pour la surveillance des populations de la tordeuse des bourgeons de l'épinette

En 1977, le ministère de l'Agriculture des États-Unis et celui de l'Environnement du Canada ont convenu de collaborer à un effort intensifié de recherche et de développement, connu sous le nom de Programme Canada-États-Unis sur les tordeuses des bourgeons de l'épinette (CANUSA), qui visait plus particulièrement la tordeuse des bourgeons de l'épinette dans l'Est et la tordeuse occidentale de l'épinette dans l'Ouest. L'objectif de CANUSA était d'élaborer et d'évaluer des stratégies de lutte contre les tordeuses et d'aménagement des forêts vulnérables devant aider les gestionnaires forestiers à atteindre leurs objectifs d'une manière économiquement et écologiquement acceptable. Les travaux dont il est fait état dans le manuel ont été entièrement ou partiellement financés par le Programme CANUSA. Le présent guide fait partie d'une série consacrée à la tordeuse des bourgeons de l'épinette.

canusa

Programme
Canada – États-Unis
sur les tordeuses
des bourgeons de l'épinette

Janvier 1986

Utilisation de pièges à phéromone pour la surveillance des populations de la tordeuse des bourgeons de l'épinette

Douglas C. Allen, Lawrence P. Abrahamson,
Luc Jobin, Dennis J. Souto et Chris J. Sanders[1]

Service canadien des forêts
Gouvernement du Canada
Ottawa, 1986

---

[1]Douglas Allen et Lawrence Abrahamson travaillent à Syracuse au College of Environmental Science and Forestry de l'université de l'État de New York, Luc Jobin, à Sainte-Foy (Qc) au Centre forestier des Laurentides du Service canadien des forêts, et Dennis Souto, à Durham (NH) au bureau régional du nord-est de State and Private Forestry de l'USDA Forest Service. Au moment de la rédaction du manuel, Chris Sanders travaille à Sault Ste. Marie (Ont.) au Centre forestier des Grands Lacs du Service canadien des forêts.

©Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1985
N° de catalogue Fo39-2/6-1985F
ISBN 0-662-93632-9

D'autres exemplaires de cette publication peuvent être obtenus gratuitement à l'adresse suivante :

Centre de distribution
Environnement Canada
151, rue Jean-Proulx
Hull (Québec)
K1A 1C7

Il est également possible d'acheter une édition sur microfiche de la publication à l'adresse suivante :

Micromedia Ltd.
158 Pearl Street,
Toronto, Ontario
M5H 1L3

This publication is also available in English under the title *Use of Pheromone Traps to Monitor Spruce Budworm Populations*.

TABLE DES MATIÈRES

Introduction 7

Qu'est-ce qu'une phéromone? 7

Caractéristiques du piège 8

Appât 9

Mise en place des pièges 10

Sélection des placettes 12

Coût de la surveillance à l'aide de phéromone 12

Dénombrement de grands nombres de papillons 13

Méthode volumétrique 14
Méthode pondérale 14

Application des résultats 15

Sources des produits 17

Remerciements 17

La mention de noms de marques, de firmes ou de sociétés dans cette publication est uniquement à titre d'information et pour le bénéfice des lecteurs. Cela ne doit pas être interprété comme signifiant que le ministère de l'Agriculture des États-Unis ou le Service canadien des forêts endossent ou approuvent officiellement un produit ou un service à l'exclusion d'autres qui pourraient également convenir.

Dans cette publication sont présentés les résultats de recherches portant sur des pesticides, produits qui doivent être manipulés et appliqués correctement. Toutes les utilisations des pesticides doivent être homologuées par les organismes compétents des États, des provinces et du gouvernement fédéral avant de pouvoir être recommandées.

RÉSUMÉ

La tordeuse des bourgeons de l'épinette (*Choristoneura fumiferana* [Clemens]) est le principal défoliateur de l'épinette blanche et du sapin baumier dans l'est du Canada et le nord-est des États-Unis. Les populations de ce ravageur atteignent périodiquement un niveau épidémique, et des défoliations sévères accompagnées de la mort d'arbres sur de vastes superficies surviennent. Un outil permettant de prédire tout changement dans le niveau des populations de ce ravageur serait des plus utiles pour l'aménagiste forestier. Une technique fiable et peu coûteuse basée sur l'emploi de pièges non saturables, utilisant comme appât une phéromone sexuelle de synthèse, a été mise au point en vue de détecter et surveiller tout changement dans le niveau des populations endémiques de l'insecte. Dans ce manuel, l'auteur décrit la technique d'implantation d'un réseau de pièges à phéromone et le potentiel de ces pièges pour déceler la présence de l'insecte, suivre les variations de population et signaler la dispersion éolienne des papillons de la tordeuse des bourgeons de l'épinette.

ABSTRACT

The spruce budworm (*Choristoneura fumiferana* (Clemens)) is an important defoliator of white spruce and balsam fir in eastern Canada and northeastern United States where populations increase periodically to infestation levels causing severe defoliation and tree mortality. it is important for forest managers to anticipate population changes of this pest. A reliable and inexpensive technique using non-saturating pheromone-baited traps was developed for detecting and monitoring sparse populations. This handbook describes how to use pheromone-baited traps and indicates usefulness of this technique to detect spruce budworm activity, population trends in low density, and dispersal flights.

INTRODUCTION

La tordeuse des bourgeons de l'épinette *Choristoneura fumiferana* [Clemens] est l'insecte qui cause le plus de dommages à l'épinette rouge, à l'épinette blanche et au sapin baumier. Elle constitue souvent un obstacle majeur à un aménagement productif des forêts d'épinettes et de sapins; d'ailleurs, les décisions relatives à l'aménagement de ces forêts sont fréquemment basées sur les statistiques et les prévisions concernant l'activité de la tordeuse. Pour les gestionnaires des forêts vulnérables du nord-est des États-Unis et de l'est du Canada, il est essentiel de pouvoir prévoir les changements significatifs touchant les populations de la tordeuse des bourgeons de l'épinette. Un aspect important de la lutte intégrée est la technique employée pour la surveillance des populations; cette technique doit être à la fois viable, peu coûteuse et pratique. Les méthodes de surveillance actuelles, comme l'échantillonnage des masses d'œufs et des larves (stade II [L_2] ou stades III et IV [L_3–L_4]), coûtent cher et demandent beaucoup de temps, surtout lorsque les populations sont peu denses. Des essais sur le terrain ayant pris fin récemment au Canada et aux États-Unis ont indiqué que les pièges non saturants appâtés avec une phéromone sexuelle de synthèse offrent un moyen pratique et relativement peu coûteux de surveiller les populations de la tordeuse. Ces pièges peuvent fournir aux gestionnaires des forêts suffisamment d'informations sur les populations pour permettre en temps voulu la prise des décisions de gestion qui s'imposent compte tenu du niveau d'activité de la tordeuse.

Dans le présent guide, nous décrivons la façon d'utiliser les pièges à phéromone pour l'évaluation des populations de la tordeuse des bourgeons de l'épinette. Même si des recherches et des essais sur le terrain sont encore nécessaires pour la réalisation du plein potentiel de cet instrument de surveillance, la technique est actuellement au point pour la détection de la tordeuse, la mise en évidence des tendances relatives aux populations peu denses (< 1,0 L_3–L_4 par bout de branche de 45 cm [18 po]) et la détection des vols de dispersion.

QU'EST-CE QU'UNE PHÉROMONE?

La tordeuse des bourgeons de l'épinette, comme beaucoup d'insectes, utilise un message chimique pour communiquer avec les membres de sa propre espèce. Le produit qui joue ce rôle est appelé une phéromone. La phéromone qui nous intéresse est un attractif sexuel produit par le papillon femelle dans une glande spéciale située près du bout de l'abdomen. La femelle libère ce composé chimique pour attirer les mâles lorsqu'elle est prête à s'accoupler. Étant donné la puissance et la spécificité des phé-

romones sexuelles, on peut exploiter le comportement normal de la tordeuse pour déceler et surveiller les populations. La phéromone sexuelle de synthèse employée dans les pièges conçus pour la tordeuse des bourgeons de l'épinette est un mélange, dans un rapport de 95 à 5, des configurations E_{11} et Z_{11} du tétradécénal (un aldéhyde) qui est incorporé dans un autre produit (l'appât) qui le libère lentement de manière à simuler la libération naturelle de la phéromone naturelle par les papillons femelles vierges.

A

Figure 1.—Piège à phéromone Multipher-1® employé pour la surveillance des populations de la tordeuse des bourgeons de l'épinette. **A.** assemblé; **B.** non assemblé.

CARACTÉRISTIQUES DU PIÈGE

Nous recommandons le piège non saturant Multipher-1®. Il se présente sous la forme d'un récipient

B

cylindrique en plastique avec un couvercle plat, de diamètre supérieur, qui empêche la pluie d'entrer (figure 1). Il est ouvert dans toutes les directions, une grande ouverture étant nécessaire pour ne pas restreindre le passage de l'air autour de l'appât et favoriser le dégagement de la phéromone ainsi que l'entrée des papillons. Un entonnoir à l'intérieur (figure 2) empêche les papillons de ressortir et aide à concentrer les vapeurs produites par une plaquette de résine imprégnée d'un insecticide, du dichlorvos. Cette plaquette est suspendue sur le côté de l'entonnoir (figure 2) de telle sorte qu'elle ne se couvre pas de papillons morts, ceux-ci s'accumulant au fond du récipient. L'appât est fixé au moyen d'une épingle sous le couvercle du piège à l'intérieur d'une petite cage de plastique (figure 3). La cage procure aux mâles attirés un endroit où se poser et empêche la contamination de l'appât.

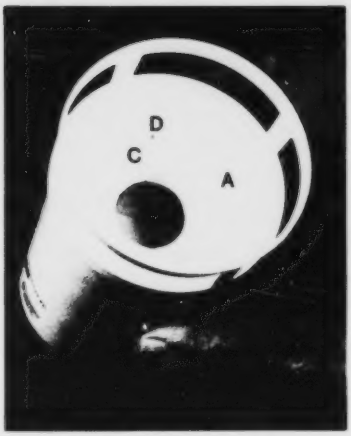

Figure 2.—Récipient du piège à phéromone Multipher-1®. À remarquer l'entonnoir interne (A) et la plaquette d'insecticide (B). La plaquette est suspendue par un fil (C) qui passe dans un trou (D) se trouvant sur le côté de l'entonnoir.

APPÂT

L'appât recommandé est un bâtonnet de chlorure de polyvinyle mesurant 4 mm de diamètre et 10 mm de long (0,16 po sur 0,39 po) [figure 4]. Le mélange attractif est incorporé en faible concentration (0,03 % en poids) dans le bâtonnet au moment de la fabrication. La vitesse d'émission de la phéromone du bâtonnet est similaire à celle d'une tordeuse femelle vierge. L'appât est fixé sous le couvercle du piège de telle sorte que l'air

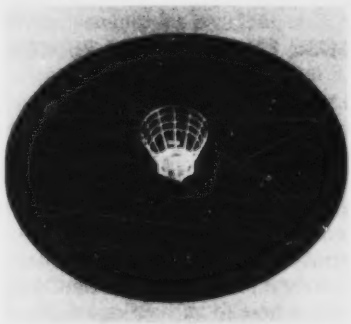

Figure 3.—Partie supérieure du piège Multipher-1® tournée à l'envers de façon à faire voir l'appât de chlorure de polyvinyle en position dans la cage de plastique.

puisse passer librement autour du bâtonnet.

Les appâts doivent être conservés au congélateur dans leur emballage d'origine jusqu'au moment de leur utilisation. Ils devraient être placés dans les pièges quant ceux-ci sont mis en place, c'est-à-dire une semaine environ avant le début de l'envol des papillons, soit à peu près au moment de la nymphose. Cette «maturation» de l'appât[a] est destinée à empêcher que les papillons mâles ne répondent à la bouffée initiale qui est produite de façon caractéristique peu après l'exposition de l'appât à l'air. Les captures de papillons effectuées dans les pièges dont l'appât viendrait d'être exposé pourraient donner des informations erronées sur la population par comparaison aux captures d'autres pièges.

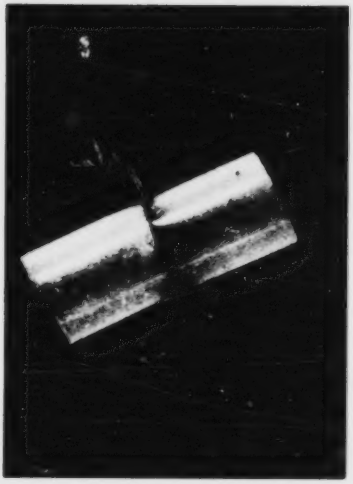

Figure 4.—Vue rapprochée de l'appât et de l'épingle à insectes (n° 3) employée pour le fixer sous le couvercle du piège.

MISE EN PLACE DES PIÈGES

Les pièges sont fixés à une branche, à 2 ou 3 cm (6 à 9 pi) du sol, au moyen d'un bout de fil métallique ou de corde solide. Ils devraient être à au moins 0,5 m (environ 1,5 pi) du feuillage (autrement dit, ils ne devraient pas se trouver à l'intérieur de la cime de l'arbre hôte ni au voisinage immédiat de branches vivantes). Ils devraient également être placés à au moins 0,5 à 1 m (environ 1,5 à 3,5 pi) du tronc (figure 5), car s'ils sont trop près de celui-ci, ils peuvent être battus par le vent, et la circulation de l'air peut être obstruée. On peut les suspendre dans des arbres hôtes ou non hôtes, mais en s'assurant d'abord que la branche utilisée est solidement attachée à l'arbre. Celle-ci doit être flexible et elle ne doit pas craquer lorsqu'on la plie. Le poids du piège allié à la force du vent peut causer le bris d'une branche morte. Les pièges ne devraient pas non plus être placés sous la lumière directe du soleil, car les températures élevées modifient la vitesse de libération de la phéromone.

[a]Si le fabricant en a accéléré la maturation, les appâts peuvent être placés sur le terrain seulement un ou deux jours avant le début du vol des papillons.

On recommande d'installer dans chaque placette, peuplement ou région d'intérêt trois pièges disposés en triangle et distants d'environ 40 m (132 pi) les uns des autres. L'utilisation de trois pièges est souhaitable à cause des risques que les pièges tombent ou soient détruits par des vandales ou des ours et que l'appât fonctionne mal. Avec une séparation de 40 m entre les pièges, l'interférence est minimale, c'est-à-dire la phéromone émise par un piège ne devrait pas influer sur les prises des deux autres.

En plaçant tous les groupes de pièges à une distance minimale uniforme des trouées de la forêt, on s'assure de pouvoir comparer assez correctement les captures sur une grande étendue. Lorsque certains pièges sont placés bien à l'intérieur d'un peuplement et que d'autres sont à des endroits exposés, les conditions atmosphériques, telles le vent, la température, l'ensoleillement et l'humidité relative, varient suffisamment pour donner lieu à des différences importantes dans les captures alors qu'en réalité les nombres de tordeuses présentes peuvent ne pas différer beaucoup. Nous pensons que les pièges doivent être placés à l'intérieur du peuplement à au moins 40 m de la lisière des trouées, telles que parterres de coupe, routes, champs, etc.

Figure 5.—Piège à phéromone bien installé.

Les pièges devraient être mis en place au début de la nymphose et ne pas être dérangés avant la fin de la période de vol, soit ordinairement cinq ou six semaines après le début de l'émergence des papillons. On doit alors récupérer les pièges, compter les papillons et calculer le nombre moyen de papillons capturés par piège dans chaque placette. Les résultats peuvent ensuite être utilisés pour la comparaison de peuplements ou de territoires où les mêmes méthodes de piégeage ont été utilisées ou pour des comparaisons d'une année à l'autre. Il est également important de comparer les captures de chaque piège d'un même groupe. Les écarts importants (par exemple cinq papillons dans un piège par rapport à 50 ou plus dans un autre) peuvent indiquer que les quantités de phéromone libérée par les appâts différaient grandement. Lorsqu'une grande variation entre les captures est observée dans

plusieurs groupes de pièges, on doit en aviser le fabricant de l'appât.

L'emplacement des placettes devrait être tracé soigneusement sur des cartes, et la position de chaque piège devrait être marquée clairement sur le terrain à l'aide de drapeaux ou de peinture. L'utilité à long terme d'un réseau de pièges à phéromone dépend du maintien des mêmes placettes de façon à obtenir des séries de données traduisant fidèlement les variations annuelles de l'abondance des papillons aux mêmes endroits et pour les mêmes positions des pièges.

SÉLECTION DES PLACETTES

Plus un gestionnaire pourra établir et utiliser annuellement de placettes permanentes (c'est-à-dire de trios de pièges), mieux ce sera. Même si nous ignorons encore l'étendue qui peut être représentée par un seul groupe de pièges, plus un gestionnaire a d'estimations de la densité des papillons, plus il peut avoir confiance dans son évaluation de la situation. Selon les indications préliminaires, les variations annuelles des captures moyennes d'un groupe de pièges permettent de prévoir les tendances de la population sur au moins plusieurs centaines d'hectares (acres). Moins de placettes sont nécessaires dans les régions qui se caractérisent par des peuplements contigus relativement homogènes quant à la composition, l'âge, la topographie, etc., que dans les régions où les peuplements de sapins et d'épinettes se trouvent dans des zones et des classes d'âge relativement petites distinctes qui sont séparées par des types non hôtes ou des accidents géographiques.

Comme l'intensité du piégeage est nécessairement limitée par les contraintes de temps et d'argent, les gestionnaires doivent choisir les placettes de façon judicieuse. Le choix des peuplements devrait reposer sur des critères tels que les populations antérieures de la tordeuse, la préférence étant donnée aux zones aménagées intensivement comme les plantations ou les peuplements importants pour la qualité du bois, les loisirs, les bassins versants, l'habitat de la faune, etc. Par souci de commodité, les gestionnaires devraient également tenir compte de l'accessibilité et de la sécurité face aux risques de vandalisme.

COÛT DE LA SURVEILLANCE À L'AIDE DE PHÉROMONE

Les dépenses qu'entraîne l'utilisation de pièges à phéromone dépendent dans une large mesure du coût des pièges, des appâts et de l'insecticide, du temps nécessaire pour assembler, installer et récupérer les pièges, ainsi que de la distance et du nombre des placettes.

Actuellement (1985) le piège Multipher-1® coûte environ 2,85 $ aux États-Unis (environ 4 $ au Canada). Ce montant ne comprend pas l'appât ni la plaquette de résine imprégnée de dichlorvos (bout de collier à puces ou insecticide Strike®) qui coûtent tous les deux environ 0,70 $ (1 $ canadien) chacun. Les pièges peuvent être réutilisés pendant au moins trois à cinq ans, ce qui réduit considérablement les coûts à long terme. Ordinairement, pour qu'ils soient plus faciles à transporter, on les assemble seulement une fois sur place; cela prend approximativement deux minutes pour chaque piège.

L'établissement des placettes se fait plus facilement à deux personnes. Le temps requis pour établir les emplacements et installer chaque trio de pièges diffère évidemment d'un endroit à l'autre. Ordinairement, toutefois, il faut environ 25 minutes à deux personnes pour établir une placette, à l'exclusion du temps de déplacement. Une fois que la position des pièges dans chaque placette est marquée de façon permanente, le temps nécessaire pour mettre en place les pièges les années suivantes est beaucoup plus court. Une personne peut récupérer les pièges et les papillons dans le temps qu'il faut pour marcher autour des pièges. Le temps de comptage varie selon le nombre de papillons capturés.

L'utilisation de pièges à phéromone pour suivre la densité des tordeuses convient particulièrement lorsque les populations sont peu denses. En effet, l'intensité d'échantillonnage qu'exigent les autres méthodes (par exemple échantillonnage des masses d'œufs, échantillonnage des larves au deuxième stade) entraîne des coûts trop élevés. Le gestionnaire peut réduire le coût net du piégeage à la phéromone en combinant la mise en place et la récupération des pièges à d'autres activités d'aménagement. En d'autres mots, la méthode est assez souple pour être alliée à d'autres opérations.

DÉNOMBREMENT DE GRANDS NOMBRES DE PAPILLONS

Lorsqu'un piège contient plus de 50 ou 100 papillons, compter ceux-ci sur le terrain est fastidieux et demande beaucoup de temps. On pourra alors préférer transporter le contenu des pièges dans un local où le nombre de papillons capturés dans chaque piège pourra être estimé d'après le volume ou le poids. Voici ce que nous recommandons :

1. Les sacs de papier Kraft (de la grosseur des sacs à lunch ou plus petits) font d'excellents contenants. Ils sont faciles à étiqueter, ils gardent leur forme assez bien pour que les dommages aux papillons soient réduits au minimum et ils laissent passer l'air, ce qui empêche le développement des moisissures.

2. Vider le contenu de chaque piège dans un sac de papier différent, bien étiqueté, soit avec indications du numéro du piège et de la placette et la date.

3. Au moment de compter les papillons, vider le contenu du sac sur une feuille de papier. Enlever tous les contaminants importants, puis utiliser l'une des deux méthodes suivantes :

Méthode volumétrique

Cette méthode consiste à estimer le contenu des pièges d'après la contenance d'un récipient de mesure.

1. N'importe quel petit récipient de forme légèrement évasée ou conique convient. Nous suggérons d'utiliser un godet à crème de 20 à 30 mL (1 oz).

2. Soulever deux côtés opposés du papier jusqu'à ce que les papillons soient rassemblés dans le canal ainsi formé. Avec précautions, soulever un bout de ce «canal» et remplir le contenant de mesure, sans forcer, à égalité du bord. Ne pas tasser les papillons ni trop agiter le contenant.

3. Compter le nombre de papillons dans le contenant. Ce nombre correspond à une «mesure».

4. Déterminer le nombre de «mesures» dans l'échantillon et multiplier par le nombre de papillons correspondant à une «mesure».

Exemple: si la capacité du contenant de mesure est de 71 papillons et qu'on peut remplir ce contenant 4 1/2 fois avec l'échantillon, le nombre approximatif de papillons capturés dans le piège est donc de 320 (71 fois 4,5).

Dans les tests préliminaires qu'il a effectués sur 50 échantillons avec cette méthode en utilisant un contenant de 20 mL, Luc Jobin a obtenu une erreur moyenne d'estimation (nombre estimé par rapport au nombre réel) de moins de 10 %.

Méthode pondérale

Cette méthode consiste à déduire pour chaque piège le nombre total de papillons capturés à partir du poids de 50 papillons.

1. Prélever 50 papillons au hasard dans le contenu du piège et peser cet échantillon sur une balance exacte à ± 0,1 mg. Remettre les 50 papillons avec les autres et peser tout le contenu du piège. (Ne pas oublier d'inclure les 50 papillons déjà pesés.)

2. Comparer le poids des 50 papillons au poids total de l'échantillon à l'aide de l'équation suivante :

$$\frac{\text{Poids de 50 papillons}}{\text{Poids de l'échantillon total}} \text{ par ex. : } \frac{0{,}288 \text{ g}}{1{,}846 \text{ g}} = \frac{50}{N}$$

où N désigne le nombre total approximatif de papillons dans l'échantillon (50 × 1,846 = 0,288N; 92,3 = 0,288N; N = 320).

Dans un test effectué sur 22 échantillons avec cette méthode, l'erreur moyenne d'estimation a été inférieure à 4 %.

Attention: Cette méthode devrait être répétée pour chaque piège, car la teneur en humidité, qui influe sur le poids des papillons, diffère d'un échantillon à l'autre.

APPLICATION DES RÉSULTATS

Les données sur le nombre moyen de papillons capturés dans un groupe de pièges à phéromone peuvent répondre à divers besoins d'informations et peuvent être utiles pour les décisions. Comme nous l'avons déjà indiqué cependant, nous croyons que le piégeage à l'aide de phéromone est plus économique lorsque les populations sont peu denses (par comparaison à d'autres techniques de surveillance comme l'échantillonnage des masses d'œufs ou des larves au deuxième stade ou encore aux troisième et quatrième stades). Nous avons l'espoir que des améliorations permettront de le rendre également fiable et économiquement avantageux lorsque les populations sont plus denses.

Le piège Multipher-1® muni d'un appât de chlorure de polyvinyle peut être utilisé dans les buts suivants :

1. Établir la présence des tordeuses des bourgeons de l'épinette dans les peuplements de grande valeur. C'est une application qui peut être particulièrement utile aux endroits nouvellement reboisés ou dans les plantations d'arbres de Noël où les investissements initiaux ou encore les conséquences possibles d'une défoliation relativement légère peuvent justifier une intervention hâtive. D'après les résultats préliminaires d'essais effectués dans des peuplements de 40 à 60 ans dans l'est du Canada et le nord-est des États-Unis, des captures moyennes de 10 à 15 papillons par piège correspondraient à une densité potentielle aux stades L_3 et L_4 d'une larve par bout de branche de 45 cm (18 po) la saison suivante. Une population de cette densité dans un peuplement naturel voisin d'une plantation de grande valeur peut constituer une menace pour cette plantation.

2. Déterminer le début de la période de dispersion des papillons et la durée de leur période d'activité. Le développement de la tordeuse varie d'une année à l'autre en fonction des conditions climatiques. La connaissance de la période d'activité et de ponte des papillons aide à bien déterminer les

moments propices à certaines activités, comme l'échantillonnage des masses d'œufs ou des larves.

3. Déceler une invasion dans un peuplement et déterminer l'emplacement géographique des principaux vols de dispersion. Une immigration importante de papillons peut transformer rapidement une population peu dense en une population de niveau épidémique. Une utilisation efficace du piégeage à la phéromone dans ce but exige un réseau assez important de pièges ainsi qu'une série de données annuelles sur les captures. Les données annuelles provenant d'un réseau de placettes permanentes (c'est-à-dire de groupes de pièges placés aux mêmes endroits chaque année) sont nécessaires pour délimiter les principales invasions et déceler les augmentations soudaines des nombres de papillons.

4. Comparer l'abondance relative des tordeuses dans différentes régions de peuplements contigus importants ou dans une mosaïque de peuplements plus petits géographiquement séparés. Par manque de fonds et de temps, les opérations annuelles d'aménagement sont souvent limitées aux zones les plus prioritaires. L'utilisation de pièges à phéromone aidera (1) à déterminer les peuplements où d'autres méthodes de surveillance plus précises devraient être employées; (2) à ajuster les programmes de coupes en fonction des niveaux de risque; ou (3) à donner la priorité aux peuplements où une intervention directe est requise de façon critique pour lutter contre une infestation.

5. Suivre l'évolution des populations à long terme. C'est une application qui exige également un réseau permanent de pièges. L'étude des variations annuelles des captures moyennes aide à déterminer les zones menacées et permet de disposer d'assez de temps pour la prise de décisions et la planification budgétaire.

Jusqu'ici, nous n'avons pas réussi à prévoir de façon fiable les densités des larves (L_2 ou L_3–L_4 de la prochaine génération) à partir des captures moyennes. Pour améliorer l'interprétation des données sur les captures moyennes, d'autres essais sur le terrain durant trois ou quatre années sont nécessaires afin d'obtenir des données pour l'établissement de corrélations avec des estimations exactes de la densité des tordeuses. Par ailleurs, les méthodes d'échantillonnage et de piégeage devraient être uniformisées pour les essais futurs aifn d'assurer un rendement maximal. Nous pensons également que les essais devraient être intensifs (c'est-à-dire comporter au moins 15 placettes par région) et que les placettes régionales devraient comprendre une gamme de densités des populations qui permette d'établir les capacités de la technique pour les prévisions.

SOURCES DES PRODUITS

Piège Multipher-1® et plaquette d'insecticide :

Extermination Sevigny
Service antiparasitaire
2949, chemin Sainte-Foy
Sainte-Foy (Québec)
Canada G1X 1P3
Tél.: (418) 653-3101

Appât de chlorure de polyvinyle :

M. Peter J. Silk
Département de chimie
Conseil de recherche et de productivité du Nouveau-Brunswick
C.P. 6000, College Hill Road
Fredericton (Nouveau-Brunswick)
Canada E3B 5H1
Tél.: (506) 452-8994

REMERCIEMENTS

Nous remercions David G. Grimble de la Northeastern Forest Experiment Station de l'USDA Forest Service à Orono (ME) pour ses suggestions fort utiles. Nous devons également remercier de façon spéciale Carl Palm, adjoint technique au College of Environmental Science and Forestry de Syracuse (NY), pour l'aide qu'il nous a apportée pour la photographie de la figure 5.